

El paisaje visual, una herramienta de planificación y diseño

Silvia D. Matteucci¹; Nora Mendoza²; Mariana Silva² y Miguel Falcón²

¹CONICET, GEPAMA, UBA sdmatteucci@conicet.gob.ar

²GEPAMA, FADU, UBA

Resumen

El cálculo de las cuencas visuales es una herramienta de planificación de obras y diseño del paisaje muy utilizado para determinar los mejores sitios para la instalación de la infraestructura o de toda otra modificación que se realice en el paisaje, de modo de facilitar su percepción o de mitigar los efectos visibles de las obras, según el caso.

Se presenta un ejemplo de aplicación, se describen las técnicas de cálculo de las cuencas visuales y de los perfiles de relieve y visibilidad realizados sobre las líneas visuales para comprender los alcances de la clasificación de sitios en visibles o no visibles. Se discuten las limitaciones del método.

Introducción

La cuenca visual es uno de los aspectos del paisaje evaluados en proyectos en que se requiere saber desde que punto o carretera un espacio es visible o invisible, o cuando se requiere elegir la ubicación que ofrezca el máximo o mínimo de visibilidad de un objeto del paisaje. El cálculo de la cuenca visual se ha usado en arquitectura paisajista, planificación de usos de la tierra, minería, silvicultura, ubicación de barreras para el funcionamiento de infraestructura de comunicaciones, instalación de gasoductos y otros servicios, diseño urbano, ubicación y diseño de zonas de recreación, etc. Los resultados permiten estimar y simular los cambios de visibilidad producidos por un cambio del uso de la tierra y evaluar la capacidad de absorción, que es la capacidad física del paisaje de absorber las actividades de desarrollo o manejo manteniendo su carácter y calidad visual (Yeomans, 1979).

En este caso, paisaje es la manifestación externa de un espacio, a diferencia de la definición usada en ecología de paisajes (sistema complejo de interacciones entre patrones y procesos, humanos y naturales, con un mesoclima homogéneo, originado en el mismo evento geológico y con un patrón recurrente de elementos en que se asocian topografía, suelo y vegetación).

Si bien se ha avanzado mucho en la tecnología computacional para la delimitación de las cuencas visuales, la idea no es nueva y desde las décadas de 1960-70 comenzaron a desarrollarse métodos de computación (Amidon *et al.*, 1968; Travis *et al.*, 1975). Actualmente existen varios programas de Sistemas de Información Geográfica (GIS) que contienen módulos y algoritmos para elaborar los mapas de cuencas visuales. Más recientemente se han creado modelos de simulación que permiten visualizar el espacio en tres dimensiones, a la manera de los simuladores de vuelo, para que el público pueda comprender cómo es la visibilidad de un territorio y cómo cambiará por la obra. Estos modelos tridimensionales se construyen a partir de los mapas de visibilidad, de mapas de la cobertura del terreno y de mapas de los puntos de observación (Ramos y Paganopoulos, 2004). De esta manera, sobre la superficie topográfica se coloca un mapa de cobertura vegetal o urbana, simulando la realidad. Al girar el modelo puede verse cuáles son los sitios visibles y cómo se perciben.

El algoritmo estándar para calcular cuencas visuales identifica el área que es visible desde un determinado punto de observación. El principio es simple (Fig. 1) y consiste en tirar líneas de visión desde un punto de observación hacia los picos del relieve.

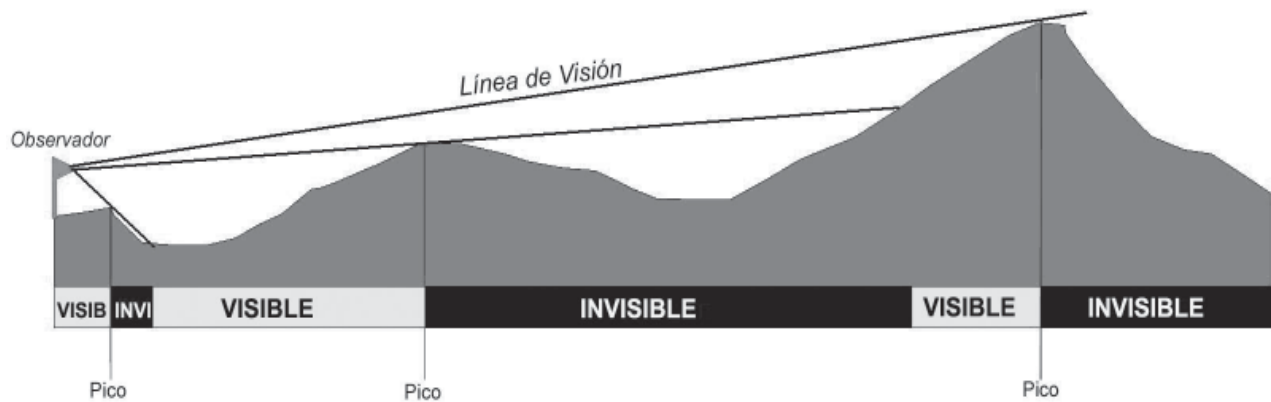


Figura 1. Principio de la determinación de visibilidad.

Todas las áreas entre el observador y el contacto de la línea visual con el pico son visibles y las áreas que quedan detrás de este punto de contacto son invisibles por el observador. Existen otros algoritmos y cada uno produce resultados diferentes (De Floriani and Magillo, 2003; Llovera, 2003).

Para identificar la cuenca visual se requiere un mapa de altitud de números continuos en formato raster (DEM=modelo digital de elevación) y el procedimiento opera desde una celda inicial o conjunto de celdas iniciales hacia todas las celdas del mapa. El punto de observación puede estar representado por un punto, una línea o un polígono. A partir del sitio de observación el programa extiende líneas de visión en todas las direcciones pasando por todas las celdas y busca el valor de altitud de cada celda para determinar si está o no a la vista. El investigador establece el radio de barrido de las líneas de visión. El resultado es un mapa raster cualitativo con tres categorías de cobertura: celdas positivas (valor 1=a la vista), celdas negativas (valor 0=no visible) y celdas ocupadas por los sitios de observación (valor 2).

El trabajo descripto se realizó a solicitud de un usuario cuyo interés era conocer la visibilidad del sitio en el cual ubicaría su proyecto desde las carreteras y desde algunos puntos vecinos al mismo.

Método de cálculo de la cuenca visual

A partir de las curvas de nivel con una resolución de 10 metros de altitud en formato vectorial se obtuvo un DEM en formato raster de 10 m de resolución (celdas de 10 de lado) por interpolación de las curvas.

Se construyó una capa temática en formato vectorial de puntos de observación y de líneas de observación. Las líneas de observación corresponden a dos rutas. Los puntos de observación se encuentran espaciados sobre estas dos rutas y dos de ellos algo más alejados por los cuales circulan pobladores de la zona. Todos los puntos fueron georreferenciados a campo con el GPS. Todas estas capas se pasaron a formato raster.

Para cada carretera y para ambas carreteras en conjunto se obtuvieron sendos mapas de visibilidad, que muestran las áreas visibles y no visibles. Para cada punto se obtuvo, mediante el mismo procedimiento, un mapa de visibilidad. En todos los casos se usó el DEM como superficie a analizar y las imágenes de líneas o puntos como sitios de observación. Se asignó una altura de 1,70 m al observador (altura media de un masculino argentino parado y de la ventanilla de una camioneta todo terreno) y como radio de búsqueda se seleccionó una extensión igual a la diagonal de la imagen DEM para que cubriera toda el área de estudio. El programa suma la altura del observador a la altitud del punto de observación en el terreno para obtener el mapa de visibilidad. Dado que la vegetación del área de estudio es baja y que no hay barreras a la visión causadas por árboles altos, torres, edificios, u otras estructuras construidas, no se agregaron máscaras de alturas al DEM, por lo que las cuencas visuales deben su extensión y ubicación sólo a la altitud del terreno y a la altura asignada al observador.

Los mapas vectoriales se trabajaron con ArcView3.2, luego se exportaron a IDRISI 32 para la construcción del DEM y de los mapas de visibilidad. El DEM fue filtrado con filtro promedio y un kernel de 7x7 para suavizar las superficies angulosas. Luego

los mapas raster de visibilidad fueron convertidos a formato vectorial en Idrisi y exportados a ArcView, para facilitar su visualización y uso en superposición de capas temáticas. En estos mapas se da valor 1 a las áreas visibles y 2 a las no visibles. Se calcularon las superficies de las zonas visibles para cada uno de los mapas para describir cuantitativamente las diferencias de visibilidad desde cada carretera y cada punto.

Se construyeron perfiles del relieve y de cada mapa de visibilidad a lo largo de transectas que parten de cada punto de observación hacia el centro del área en que se ubicará el proyecto. Los perfiles se construyeron en IDRISI dando al programa la imagen que se desea perfilar y un mapa vectorial de la transecta a lo largo de la cual se extiende el perfil. En nuestro caso las imágenes a perfilar son el DEM y el mapa de visibilidad. Los resultados se guardaron en una hoja de cálculo, en la cual se construyeron los gráficos de perfil.

En la salida a campo se recorrió el área del proyecto y su entorno, se hicieron censos y se tomaron fotos de la vegetación y del paisaje. En puntos seleccionados a lo largo de la carretera se tomaron fotos panorámicas hacia el área del proyecto, las que sirvieron para contrastar los perfiles ob-

tenidos de los mapas de visibilidad. En todas las paradas se tomaron datos de ubicación con un GPS. A la vuelta de la salida de campo se contestó una serie de preguntas que tienen que ver con otros factores de la visibilidad: contraste visual, dominancia visual, iluminación y preferencias estéticas o funcionales de los lugareños.

A modo de ejemplo, mostramos los resultados obtenidos desde una ruta y desde un punto, con el mapa, perfiles y fotos.

Resultados

Visibilidad desde una carretera

La carretera ejemplificada recorre el área de estudio de Oeste a Este en el primer tramo y luego de Noroeste a Sudeste y marca el límite Norte del área de estudio. La superficie total del área de estudio es de 29.266 ha. Vista el área de estudio desde esta ruta, la cuenca visual de mayor tamaño ocupa el 66% del área total y constituye la matriz del paisaje (Fig. 2). Existen otras 7 cuencas visuales que en conjunto ocupan menos del 0,1% del área de

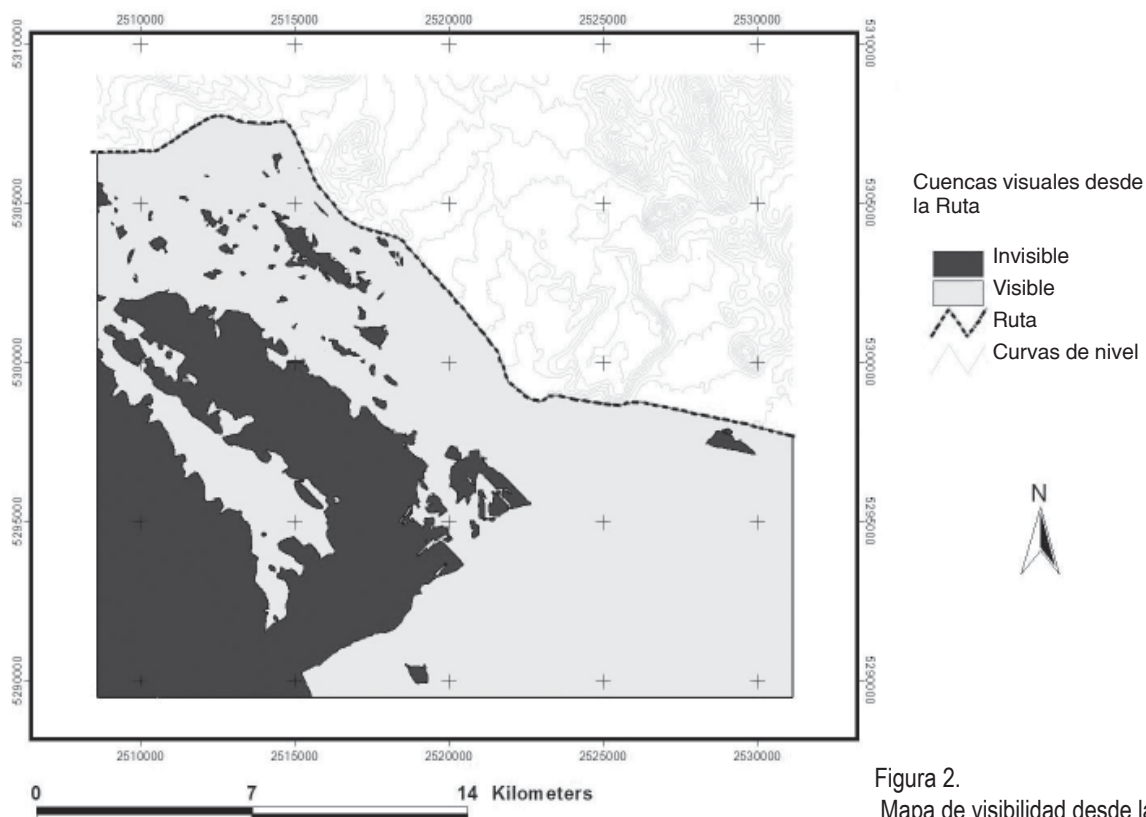


Figura 2.
Mapa de visibilidad desde la Ruta.

estudio y representan pequeñas elevaciones en el terreno. Estas 7 porciones tienen un tamaño promedio de 3,75 ha y un máximo de 9,41 ha. La parte invisible, que es la que interesa a la empresa, está dividida en 71 parches, de los cuales el de mayor tamaño ocupa una superficie de 9.027 ha en las laderas de exposición Sudoeste de las serranías entre las que se ubica el proyecto. Los otros 70 parches tienen un tamaño promedio de 12 ha, con sólo 2 de alrededor de 200 ha y otros 12 entre 10 y 74 ha.

Los resultados pueden variar considerablemente según la ubicación y el recorrido de las rutas (Tabla 1). Por ejemplo, mientras que desde la ruta ejemplificada, un viaje por la carretera permite visualizar el 34% del espacio comprendido en el área de estudio, desde la cuarta ruta se percibiría la mayor parte del mismo (89%); la superficie promedio de los par-

ches visibles desde la cuarta ruta duplica a la de los parches visibles desde la ruta ejemplificada. Estas diferencias permiten al planificador o diseñador seleccionar la opción más conveniente para los objetivos de su proyecto.

Los mapas de las cuencas visuales pueden superponerse con los mapas de otros factores (relieve, vegetación, sitios elegidos para la instalación de infraestructura) para determinar cuáles son los objetos que quedaran expuestos al finalizar la obra. Por ejemplo, el mapa de la Figura 2 se transformó en una máscara y se superpuso sobre la imagen satelital, quedando expuestas las áreas invisibles desde la mencionada ruta. Se pone de manifiesto que las porciones invisibles son las que se ubican en las laderas expuestas hacia el Sudoeste, en los valles detrás de las serranías y en algunos puntos a la sombra de los picos y en hundimientos (Fig. 3).

Tabla 1. Métricas de las cuencas visuales obtenidas desde 4 recorridos alternativos.

MAPA	CLASE	PLAND %	PN	MPS ha	PSSD	P MIN ha	P MAX ha
Cuenca visual desde la ruta del ejemplo	Invisible	33,80	71	139,30	1.062,80	0,01	9.027,11
	Visible	66,20	8	2.421,91	6.397,94	0,18	19.349,26
Cuenca visual desde la segunda ruta	Invisible	33,20	90	112,62	943,97	0,01	9.013,35
	Visible	66,80	9	2.266,20	6.399,66	1,26	20.367,00
Cuenca visual desde la tercera ruta	Invisible	37,00	75	86,82	499,28	0,12	4.335,67
	Visible	63,00	11	1.008,12	3.131,49	1,72	10.910,52
Cuenca visual desde la cuarta ruta	Invisible	11,44	131	15,35	51,40	1,12	469,23
	Visible	88,56	3	5.191,99	7.339,16	1,49	15.571,13

Leyenda: PLAND = porcentaje del territorio ocupado por la clase; PN = cantidad de parches; MPS = tamaño promedio de los parches; PSSD = desviación estándar del tamaño de parches; P MIN = área mínima de los parches; P MAX = área máxima de los parches.



Figura 3.
Paisajes no visibles desde la ruta.
La categoría visible aparece enmas-
carada, permitiendo identificar los
elementos invisibles del paisaje.

Visibilidad desde puntos seleccionados

Las cuencas visuales desde los puntos de observación (Fig. 4) son muy variables en cuanto a superficie total, cantidad de parches y tamaño promedio de los parches (Tabla 2). Esto es de esperar porque la exposición depende del relieve (formas, espacio entre las sierras y altitud) y de la altitud de base (aquella del punto en que se para el observador).

Interpretación de los perfiles de altitud y visibilidad

Los perfiles de altitud y visibilidad observados en paralelo permiten comprender por qué algunos sitios aparecen clasificados como visibles y otros como invisibles en las cuencas visuales y muestran la importancia de la perspectiva con que se observa el paisaje, aún desde un mismo punto. A modo de ejemplo se describen los perfiles obtenidos sobre las transectas 2 y 2b que miran hacia el Sur y Suroeste, respectivamente, desde el punto de observación 2 (Fig. 4).

Tabla 2. Métricas de las cuencas visuales desde cada punto de observación.

MAPA	ÁREA (ha)	PN	MPS (ha)	PSSD
Cuenca Visual Punto 2	1.546,51	4	386,63	620,66
Cuenca Visual Punto 3	1.168,51	11	106,23	162,77
Cuenca Visual Punto 4	8.610,04	16	538,13	1.301,06
Cuenca Visual Punto 5	678,04	12	56,50	117,02
Cuenca Visual Punto 6	3.332,05	36	92,56	387,92
Cuenca Visual Punto 7	1.924,95	14	137,50	351,45
Cuenca Visual Punto 8	8.186,70	23	355,94	1.371,25
Cuenca Visual Punto 9	10.199,54	956	10,67	296,20
Cuenca Visual Punto 10	13.487,19	13	1.037,48	3.374,10
Cuenca Visual Punto 11	2.298,23	28	82,08	292,52
Cuenca Visual Punto 12	2.831,19	24	117,97	271,66
Cuenca Visual Punto 13	1.786,76	8	223,34	419,06
Cuenca Visual Punto 14	13.579,10	18	754,39	2.769,65

PN = cantidad de parches; MPS = tamaño promedio de los parches; PSSD = desviación estándar del tamaño de parches.

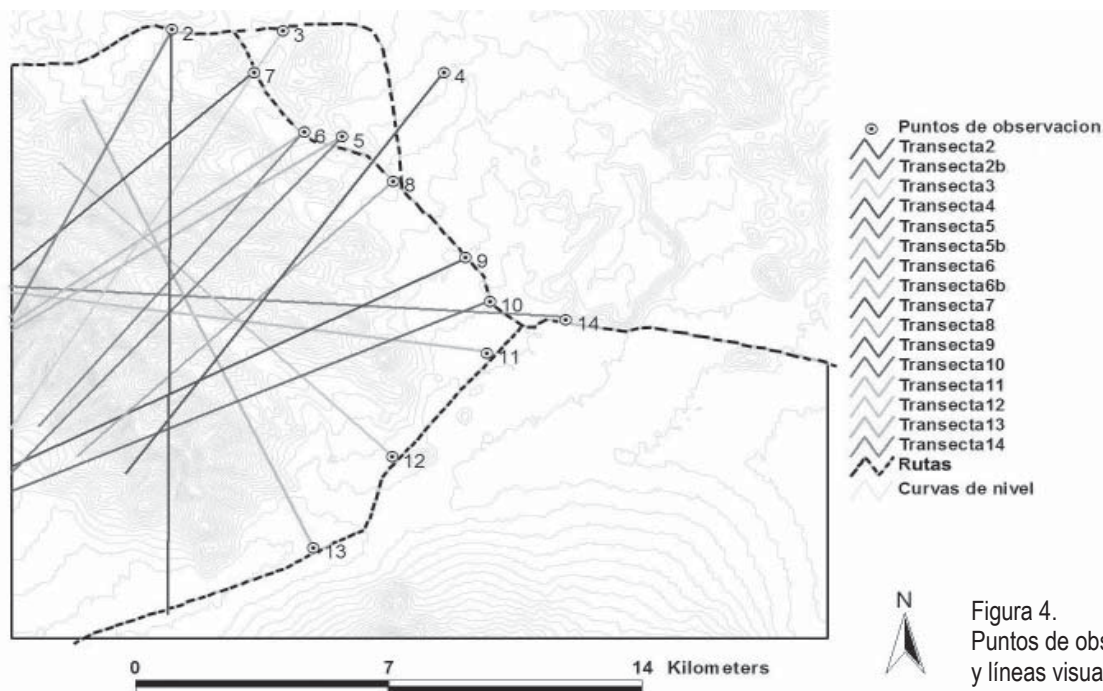


Figura 4.
Puntos de observación
y líneas visuales.

Los dos perfiles obtenidos de la base topográfica (DEM) a partir del punto 2, muestran diferencias del relieve que se manifiestan en la visibilidad, tal como se ve en el gráfico que se encuentra debajo de cada perfil de relieve y que es el perfil sobre la misma transecta realizado en el mapa de cuencas visuales (1=visible; 0=invisible) (Fig. 5).

La transecta 2, que va de Norte a Sur (Fig. 4), recorre un relieve muy irregular en los primeros 3-4 km, pero con diferencias de altitud entre los picos relativamente bajas. Ambas condiciones determinan que hasta el primer pico en la línea visual haya varios huecos de visibilidad (pequeñas zonas no visibles); luego se ven picos menores, pero a partir de

casi 6 km del origen el paisaje queda oculto al observador (Fig. 5a).

La transecta 2b, que sale del mismo punto hacia el sudoeste y cruza una zona alta en su tramo final, muestra un relieve más suave cuya altitud incrementa gradualmente en los primeros 4 km y grandes diferencias de altitud entre los picos. Por esto, hasta un poco más de 1 km desde el punto de observación la visibilidad es casi total, luego, cuando comienzan las serranías, la visibilidad se interrumpe hacia la parte de atrás de cada pico (siguiendo la línea visual) y se percibe hasta el último pico a los 8,5 km desde el origen (Fig. 5b).

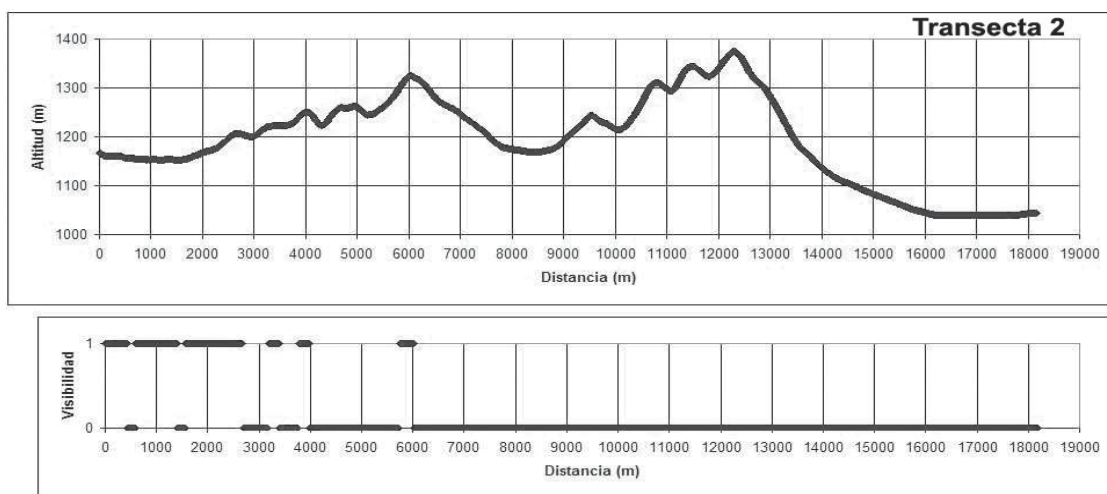


Figura 5a. Perfiles de relieve (arriba) y de visibilidad (abajo) por la línea visual 2.

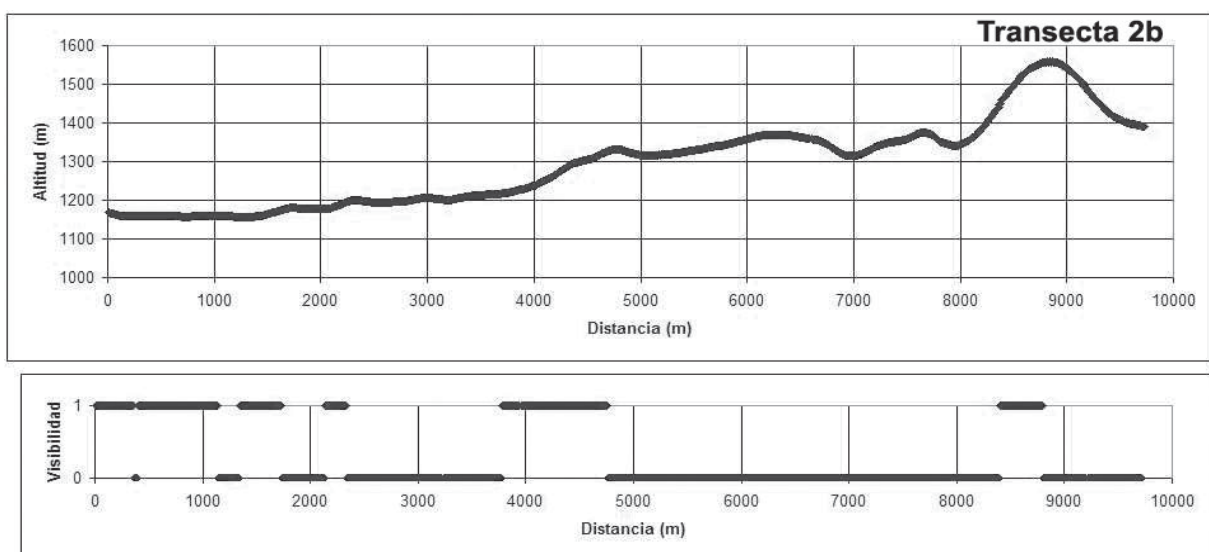


Figura 5b. Perfiles de relieve (arriba) y de visibilidad (abajo) por la línea visual 2b.

Estas diferencias se manifiestan en las fotos panorámicas, como en este ejemplo (Fig. 6).

En la foto también puede apreciarse la importancia del contraste entre tierra y cielo: se percibe con mayor nitidez el fondo del paisaje contra el cielo que las colinas intermedias que siendo más cercanas, tienen como fondo las serranías más lejanas.

Figura 6. Hacia la derecha de la foto: transecta 2b; hacia la izquierda: transecta 2.



La percepción de los lugareños y de los técnicos

No sólo importa la visibilidad o no de los elementos del paisaje o de los cambios introducidos, sino también la manera en que las personas que van a ser afectadas (positiva o negativamente) por los cambios introducidos valoran su entorno y la manera en que los técnicos que estudian el área perciben el paisaje. Por eso obtuvimos sus apreciaciones a través de conversaciones informales, y luego nos formulamos las siguientes preguntas que respondimos a partir de dichas conversaciones. Las preguntas se refieren al área recorrida en general y al paisaje observado desde cada punto.

Contraste visual. ¿Alguno de los elementos se destaca por su contraste con los demás? ¿Cuáles? (elementos: montaña, serranía, laguna, cielo, etc.).

En líneas generales, se observa un paisaje repetitivo de planicies y serranías que abarca una gran extensión, es decir, el observador tiene una dominancia visual muy amplia de un paisaje relativamente homogéneo con los dos componentes principales

mencionados. Más detalladamente se destacan, por el cambio de la tonalidad y textura de la cubierta vegetal, los mallines; lagunitas y cursos temporarios (en esta ocasión secos); afloramientos rocosos que señalan una interrupción en la textura y forma de los cerros que en general son redondeados y con cobertura de arbustos y gramíneas.

Observación: en el horizonte, se destaca el perfil de las serranías y cerros contra el cielo, aunque no se distingue cuál es la cubierta de la superficie. El perfil de los cerros y serranías bajas no se destaca tan claramente.

Dominancia visual: indique qué elemento percibió como predominante en forma y volumen. Característica(s) visual(es) más resaltante(s)

Podríamos dividir el área recorrida en dos grandes sub-áreas: al N-O del Proyecto el elemento predominante son las serranías y al S-E la planicie con el valle de un arroyo. Las características podrían ser la homogeneidad y la accesibilidad aparente del paisaje, este último en el sentido que no hay grandes diferencias de altitud, ni pendientes demasiado abruptas.

Observación: esto es aparente porque hasta que no se ve el perfil del relieve realizado sobre el DEM, la percepción es que se ve todo hasta el horizonte, sin percibir que entre el primer plano y el fondo hay porciones ocultas en las laderas y valles por detrás de las serranías y cerros.

Percepción. ¿Qué elemento estético cree Ud. que es más importante para los lugareños?

Teniendo en cuenta las características de semi-aridez del clima y el viento generalmente presente, pensamos que lo más importante son los rincones ubicados a reparo, en laderas de poca pendiente donde hay acumulación de agua o en un recodo de arroyo. En estos lugares las condiciones de vida son más sencillas, se plantan árboles, se puede descansar y contemplar el paisaje. Allí se construyen los puestos.

Dentro del área del proyecto encontramos dos áreas de reparo con puestos y sus respectivas alamedas observables desde lejos. Según nos contaron los lugareños, al menos una de las edificaciones tiene valor histórico.

También suponemos que en época de lluvias, los arroyos y lagunitas con agua deben ser un atractivo, por ejemplo una «aguadita» donde, al momento de visitar la zona aunque en general estaba seco, bastaba una pequeña corriente de agua para que se reuniera una gran cantidad de aves en el lugar.

Observación: los visitantes perciben un paisaje estético, pero los pobladores valoran la funcionalidad del paisaje y sus elementos, al buscar áreas de reparo. En esas áreas, ellos mismos diseñan su paisaje plantando árboles que dan sombra y reparo del viento, lo cual también constituye un valor funcional más que estético

Percepción estética. ¿El lugareño del área de estudio da más importancia a la estética o a la funcionalidad? (funcionalidad se refiere al uso: utilidad del elemento del paisaje o del paisaje)

Según nos contaron, consideran más la funcionalidad: no encuentran conflictiva la modificación del paisaje a consecuencia del cambio de uso de la tierra; consideran este cambio como la única salida productiva viable para el pueblo ya que la actividad productiva tradicional que prevaleció durante muchas generaciones se encuentra en una situación desfavorable en los mercados.

Una tercera categoría de paisaje es el cultural, que resulta estético para los turistas y funcional para los aborígenes. En las cercanías, claramente visible

desde la ruta, hay una cueva que los locales denominan «chenque», termino que significa lugar donde yacen los restos de un cacique y que según nos contaron, tuvo uno o dos cuerpos yaciendo en el lugar pertenecientes a una comunidad que puebla o pobló el área.

Iluminación y deslumbramiento. ¿Percibió que la iluminación altera la visibilidad y/o la calidad estética?

La iluminación es buena pero debido al viento casi constante hay polvo en el aire que reduce un poco la visión a distancias de 7 a 10 km. El contraste de presencia/ausencia de polvo en suspensión es notable cuando cae una lluvia, asienta la tierra y luego los colores de la vegetación, el suelo y el cielo se polarizan o contrastan más, dejando ver cada elemento mucho más nítido.

¿Percibió que se produzca deslumbramiento? (deslumbramiento: pérdida de la percepción de los detalles).

No notamos el efecto del deslumbramiento.

Observaciones: es probable que en la zona se produzca deslumbramiento en días claros ya que la predominancia de superficies claras con poca vegetación produce reradiación que puede causar una sensación de encandilamiento.

Conclusiones

La visibilidad física de los objetos depende de variables del medio, como iluminación, distancia, presencia de barreras, etc., y de la altitud de base sobre la que se ubica el observador, su altura y la línea visual. Las condiciones atmosféricas juegan un rol importante y un mismo objeto puede ser visible en un día despejado y no visible en condiciones en que el aire contiene partículas de polvo o vapor. La iluminación y el deslumbramiento modifican la visibilidad, e impiden la detección de contrastes. Los objetos que contrastan con el cielo son más visibles que aquellos que se ven con un fondo terrestre, aún cuando en los primeros no se puedan distinguir los detalles de la superficie del terreno. Por eso, al instalar un objeto nuevo en el paisaje es más importante la elevación que tendrá sobre el horizonte que la altitud del terreno donde se ubicará dicho objeto o si ese terreno es visible o invisible (Fisher, 1996). Es relativamente más fácil camuflar un objeto que se eleva por encima del relieve si tiene como fondo un hori-

zonte terrestre, pero si es tan elevado como para contrastar con el cielo será mucho más difícil y costoso disimularlo.

Los mapas de visibilidad son útiles para detectar qué áreas u objetos serán visibles y cuáles no desde una dada perspectiva, y de éste modo poder optimizar la ubicación de proyectos de desarrollo, recreación o conservación de la naturaleza para que cumplan las aspiraciones de los observadores. Usando las mismas transectas, se podría repetir los perfiles sobre los mapas de otros factores (vegetación, recursos hídricos, etc., o de mapas de infraestructura) para compararlos con los perfiles de visibilidad, de modo de conocer gráficamente que factores del paisaje son visibles y cuáles no lo son.

El hecho de que un objeto sea clasificado como visible en un cálculo de cuenca visual no implica que el objeto sea visto por el observador, debido a una serie de variables limitadoras como las condiciones perceptivas del observador y las condiciones atmosféricas en el momento de la observación (Ervin and Steinitz, 2003). El objeto puede ser visto pero sus detalles pasar desapercibidos. En una región árida, los factores que más distorsionan la visibilidad en las áreas clasificadas como visibles son el polvo causado por los fuertes vientos, el deslumbramiento causado por la refracción de la luz sobre el suelo con poca vegetación y la calidad del fondo en la zonas de relieve irregular (cielo o tierra).

Existen limitaciones de estos modelos que hay que tener en cuenta al momento de la toma de decisiones en la planificación espacial del proyecto. La

mayor parte de los errores de clasificación en visible o no visible proviene del método usado para la construcción del modelo digital de elevación. Los DEM se construyen por interpolación de las curvas de nivel y existen varios algoritmos de interpolación. En un estudio que compara el efecto del método de interpolación sobre el resultado en el DEM y en los mapas de cuencas visuales construidos a partir de cada DEM se demostró que cada algoritmo de interpolación aplicado al mismo conjunto de curvas de nivel produce un resultado único diferente de los demás, tanto en los DEM como en los mapas de visibilidad (Christopherson *et al.*, 1993; Riggs and Dean, 2007). El uso de una serie de curvas a una resolución relativamente alta (10 m) reduce los errores en la construcción del DEM y el uso de una alta resolución (celdas de 10 m de lado) para la obtención del mapa de visibilidad, contribuye a reducir los errores de clasificación en el resultado final.

El análisis de visibilidad es un requisito para los proyectos de planificación, pero por sí sólo no es suficiente (Ervin and Steinitz, 2003). Las validaciones de los modelos de visibilidad sobre la base de datos de campo pueden dar diferencias en los valores de clasificación de más de 30%, por la cantidad de errores acumulados en los cálculos. Por ello, el modelo se usa como primera aproximación y se recomienda en lo posible la realización de agrimensura de campo para el establecimiento de infraestructura sensible. Entre las situaciones que pueden causar error está la ubicación del observador en relación a barreras visuales cercanas, como edificios o vegetación alta.

BIBLIOGRAFÍA

- AMIDON, ELLIOT L. and GARY H. ELSNER. 1968. Delineating landscape view areas: a computer approach. U.S.D.A. Forest Serv. Res. Note PSW-180, Pacific Southwest Forest and Range Exp. Stn., Berkeley, Calif. 5 p., illus.
- CHRISTOPHERSON, G.L.; D.P. GUERTIN; M.R. KUNSMANN; K.L. KVAMME and T. POTTER. 1993. Comparison of interpolation algorithms for digital elevation models generation and subsequent watershed analysis. In: Rowlands, P.G., C. Van Riper III & M.K. Sogge (eds.) Proceedings of the First Biennial Conference on Research in Colorado Plateau U.S. National Parks. Transactions and Proceedings, Series 10. Denver: U.S. National Park Service, Natural Resources Publication Office. pp. 226-233.
- DE FLORIANI, L. and P. MAGILLO. 2003. Algorithms for visibility computation on terrains: A survey. Environment and Planning B: *Planning and Design* 30: 709-728.
- EASTMAN, J.R. 1999. Idrisi32. Clark Laboratories, Clark University, MA, USA. <http://www.clarklabs.org/>
- ERVIN, E. and C. STEINITZ. 2003. Landscape visibility computation: necessary, but not sufficient. Environment and Planning B: *Planning and Design* 30: 757-766.
- FISHER, P.F. 1996. Extending the applicability of viewsheds in landscape planning. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 62(11): 1297-1302.

-
- KUCHYÒKOVÁ, H. and T. MIKITA. 2008. Visual exposure within the Dolni Morava biosphere reserve. *Journal of Landscape Ecology* 1(2): 67-79.
- LLOBERA, M. 2003. Extending GIS-based visual analysis: the concept of visualsapes. *International Journal of Geographical Information Science* 17: 25-48.
- RAMOS, B. and T. PANAGOPOULOS. 2004. The use of GIS in visual landscape management and visual impact assessment of a quarry in Portugal. Proceedings of the 8th International conference on Environment and Mineral processing. June 24-26, 2004, Ostrava, Tzech Republic, Vol 1: 73-78.
- RIGGS, P.D. and D.J. DEAN. 2007. An Investigation into the Causes of Errors and Inconsistencies in Predicted Viewsheds. *Transactions in GIS* 11(2): 175-196
- TRAVIS, M.R.; G.H. ELSNER; W.D. IVERSON and C.G. JOHNSON. 1975. VIEWIT: Computation of seen areas, slope and aspect for land-use planning: Berkeley, California, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, USDA Forest Service Technical Report PSW-11, 70 p.
- YEOMANS, W.C. 1979. A Proposed Biophysical Approach to Visual Absorption Capability (VAC). National Conference on Applied Techniques for Analysis and Management of the Visual Resource, Incline Village, Nevada, April 23-25, 1979.
-